

PERUBAHAN SIFAT KIMIA DAN POLA PELEPASAN AMONIUM DAN NITRAT PADA ULTISOL DARMAGA YANG DIBERI PUPUK PELET BERBAHAN DASAR LUMPUR KOLAM IKAN

Chemical Properties Changes and Releasing Pattern of Ammonium and Nitrate on Ultisol Darmaga Fertilized by Fishpond Sediment-Based Pellet Fertilizer

Arief Hartono^{1)*}, Lilik Tri Indriyati¹⁾, Putri Tria Santari²⁾ dan Neng Elin Novianti³⁾

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

²⁾ Program Studi Ilmu Tanah Sekolah Pascasarjana IPB University, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

³⁾ Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, IPB University, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

ABSTRACT

Fishpond sediment-based pellet fertilizer enriched with fishpond water and goat manure was made to decrease load of nitrate contamination in water bodies. The objective of this research was to evaluate the changes of some soil chemical properties and the releasing pattern of nitrogen (N)-ammonium ($N-NH_4^+$) and N-nitrate ($N-NO_3^-$) in Ultisol Darmaga which was fertilized by pellet fertilizer. The rate of pellet fertilizer which was applied to the soil was 6.10 g of pellets/300 g of soil or equivalent to 40.8 ton of pellets ha^{-1} . This rate was based on the amount of N fertilizer for sweet corn that was 200 kg N ha^{-1} . The pots were incubated in 1 week, 2 weeks, 3 weeks, 4 weeks, 5 weeks, 6 weeks, 7 weeks, 8 weeks, 10 weeks, and 15 weeks at field capacity condition. Soil analyses were conducted after the end of each incubation period. The results showed that in the end of incubation period, the application of pellet fertilizer increased soil pH, organic carbon, cation exchange capacity, exchangeable bases, $N-NH_4^+$, and $N-NO_3^-$ and total available N which is the total amount of $N-NH_4^+$, and $N-NO_3^-$ compared to those of control soil. As for the releasing pattern of $N-NH_4^+$ and $N-NO_3^-$, in the 1 week to 7 weeks of incubation $N-NH_4^+$ was dominant and decreased after that. The decrease of $N-NH_4^+$ was followed by the increase of $N-NO_3^-$. The $N-NO_3^-$ was dominant from 8 weeks to 15 weeks of incubation. The results recommended that fishpond sediment-based pellet fertilizer improved the soil properties and provided available N.

Keywords: ammonium, chemical properties, nitrate, pellet fertilizer

ABSTRAK

Pupuk pelet berbahan dasar lumpur kolam ikan yang diperkaya dengan air kolam ikan dan pupuk kandang kambing dibuat untuk mengurangi kontaminasi nitrat di badan-badan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi perubahan beberapa sifat kimia tanah dan pola pelepasan nitrogen (N)-amonium ($N-NH_4^+$) dan N-nitrat ($N-NO_3^-$) pada Ultisol Darmaga yang diberi pupuk pelet. Dosis pupuk pelet yang diberikan ke dalam tanah adalah 6.10 g pelet/300 g tanah atau setara dengan 40.8 ton pelet ha^{-1} . Dosis pupuk pelet yang diberikan didasarkan pada dosis pupuk N tanaman jagung manis yaitu sebesar 200 kg N ha^{-1} . Pot-pot percobaan tersebut diinkubasi selama 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 4 minggu, 5 minggu, 6 minggu, 7 minggu, 8 minggu 10 minggu, dan 15 minggu pada kondisi kapasitas lapang. Analisis tanah dilakukan pada setiap akhir masa inkubasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk pelet meningkatkan pH tanah, karbon organik, kapasitas tukar kation, basa-basa dapat dipertukarkan, $N-NH_4^+$ and $N-NO_3^-$ dan total N-tersedia yang merupakan penjumlahan $N-NH_4^+$ and $N-NO_3^-$. Untuk pola pelepasan $N-NH_4^+$, dan $N-NO_3^-$, pada minggu 1 sampai minggu 7, $N-NH_4^+$ adalah bentuk N tersedia yang dominan akan tetapi menurun setelah itu. Penurunan $N-NH_4^+$ diikuti oleh kenaikan $N-NO_3^-$. Pada minggu 8 sampai minggu 15, $N-NO_3^-$ adalah bentuk N tersedia yang paling dominan. Hasil penelitian merekomendasikan bahwa pupuk pelet berbahan dasar lumpur kolam ikan memperbaiki sifat tanah dan menyediakan N yang tersedia.

Kata kunci: amonium sifat kimia, nitrat, pupuk pelet,

PENDAHULUAN

Desa Petir merupakan salah satu desa yang berada di daerah hulu yang terletak di lereng kaki Gunung Salak, Kecamatan Darmaga, Kabupaten Bogor. Desa Petir memiliki potensi pertanian terpadu yaitu pertanian,

perikanan, dan peternakan. Kegiatan pertanian di Desa Petir sangat intensif, salah satunya adalah budidaya ikan air tawar dan memiliki pekerjaan sampingan sebagai peternak kambing. Kegiatan pertanian ini tentunya menghasilkan limbah yaitu berupa lumpur dan air kolam ikan serta kotoran kambing. Petani biasanya memanfaatkan lumpur

*) Penulis Korespondensi: Telp. +628121108782; Email: hartono@apps.ipb.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jilt.21.2.78-86>

kolam ikan sebagai penguat batas kolam, air kolam ikan dibuang ke parit-parit dan kotoran kambing digunakan langsung sebagai pupuk organik. Air yang dibuang ke parit-parit kemudian mengalir ke sungai-sungai yang akhirnya bermuara di Teluk Jakarta. Pembuangan air kolam ikan ini dapat menjadi salah satu penyumbang tingginya kadar nitrat dan fosfat di perairan Teluk Jakarta. Tingginya kadar nitrat dan fosfat di Teluk Jakarta dapat memicu terjadinya ledakan populasi fitoplankton atau alga, sehingga yang terjadi adalah kematian ikan dalam jumlah besar akibat kekurangan oksigen untuk berespirasi (Tungka *et al.*, 2016). Oleh karena itu, untuk mengurangi limbah pertanian yang terdapat di desa Petir, perlu adanya upaya pemanfaatan limbah menjadi suatu pupuk yang tepat guna.

Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hartono *et al.* (2012) menyatakan bahwa lumpur dan air kolam ikan di Desa Petir sangat potensial untuk dijadikan pupuk karena mengandung hara-hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Lumpur dan air kolam ikan di Desa Petir mengandung banyak nitrogen (N), fosfor (P), karbon organik (C-organik), dan kation-kation basa (Ca, Mg, K, dan Na). Pemberian kombinasi lumpur kolam ikan dan air kolam juga meningkatkan produksi ubi di desa Petir, Darmaga, Bogor (Hartono *et al.*, 2016).

Walaupun demikian pemanfaatan lumpur dan air kolam ikan juga kotoran kambing dalam bentuk aslinya memerlukan tempat yang luas dalam penyimpanan dan mudah hanyut kembali oleh air hujan. Oleh karena itu upaya untuk membuat bahan-bahan tersebut dapat disimpan dengan mudah dan dapat bertahan lama adalah dengan membuat pupuk pelet.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh pemberian pupuk pelet berbahan dasar lumpur kolam ikan yang diperkaya dengan air kolam ikan dan pupuk kandang (pukan) kambing terhadap beberapa sifat kimia tanah dan mengevaluasi pola pelepasan N-amonium (N-NH_4^+) dan N-nitrat (N-NO_3^-).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2016 sampai bulan Juli 2017. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu contoh tanah Ultisol Dramaga, Bogor yang diambil secara komposit dari kedalaman 0 - 20 cm dan pupuk pelet dengan bahan dasar lumpur kolam ikan yang diperkaya dengan air kolam ikan dan pupuk kandang kambing. Bahan kimia yang digunakan adalah bahan-bahan kimia yang terkait dengan analisis pH, N-total, C-organik, kapasitas tukar kation (KTK), basa-basa yang dapat dipertukarkan, N-NH_4^+ , dan N-NO_3^- . Alat yang digunakan yaitu wadah plastik, botol semprot, timbangan, dan peralatan lain di laboratorium.

Pupuk pelet dibuat dari lumpur kolam ikan, pukan kambing, air kolam ikan dan tepung kanji. Pukan kambing, lumpur kolam ikan dan air kolam ikan diambil di desa Petir, Darmaga, Bogor. Pukan kambing yang sudah dalam bentuk kering diayak dengan ayakan 2 mm. Lumpur kolam ikan

dikeringudarkan dalam oven pada suhu 70 °C selama 48 jam kemudian ditumbuk dan diayak dengan ayakan 2 mm. Komposisi campuran untuk membuat pupuk pelet adalah 500 gram lumpur kolam ikan, 500 gram kotoran kambing, 30 gram tepung kanji, dan 500 ml air kolam ikan lalu semua bahan dimasukkan ke dalam wadah ember plastik dan diaduk secara merata. Campuran dimasukkan dalam mesin pembuat pelet seperti pada Gambar 1. Pupuk pelet dianalisis untuk mendapatkan data pH, kandungan N-total, kandungan P-total, kandungan K-total dan kadar C-organik. pH H_2O (1:5) diukur menggunakan pH meter, N-total pelet ditetapkan menggunakan metode Kjeldahl, P-total dan K-total ditetapkan dengan metode pengabuan basah yaitu destruksi menggunakan asam nitrat pekat dan asam perklorat pekat dan C-organik ditetapkan dengan menggunakan metode Gravimetri berdasarkan kehilangan berat. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis pupuk pelet

Sifat kimia	Satuan	Nilai
pH		7.10
N-Total	%	0.50
P-Total	%	0.17
K-Total	%	0.41
C-organik	%	12.1

Percobaan inkubasi dilakukan dengan menyiapkan tanah yang telah dikeringudarkan dan diayak lolos saringan 2-mm, kemudian digunakan tanah sebanyak 316 g bobot kering udara atau setara dengan 300 g bobot kering mutlak. Dosis pupuk pelet yang diberikan ke dalam tanah adalah 6.10 g pelet 300g^{-1} tanah atau setara dengan 40.8ton pellet ha^{-1} dengan kandungan N pada pelet sebesar 0.5%. Percobaan inkubasi ini memiliki dua perlakuan yaitu tanah tanpa perlakuan (kontrol) dan tanah yang diberi aplikasi pupuk pelet (pelet) yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Dosis pupuk pelet yang diberikan didasarkan pada dosis pupuk N tanaman jagung manis yaitu sebesar 200 kg N ha^{-1} . Pada tanah yang diberi perlakuan pelet, pupuk pelet dicampur secara merata dengan tanah lembab disetiap wadah plastik. Tanah ini kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 4 minggu, 5 minggu, 6 minggu, 7 minggu, 8 minggu, 10 minggu dan 15 minggu. Kadar air tanah selama masa percobaan dipertahankan pada kadar air kapasitas lapang.

Analisis sifat kimia tanah ditetapkan pada minggu ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 dan 15 masa inkubasi. Sifat kimia tanah yang dianalisis meliputi, C-organik dengan menggunakan metode Wakley and Black, KTK dan basa-basa yang dapat dipertukarkan dengan menggunakan NH_4OAc 1.00 M pH 7.00. N-NH_4^+ dan N-NO_3^- tanah diekstraksi menggunakan campuran KCl 1 N dan HCl 0,1 N. N-NH_4^+ ditetapkan menggunakan metode Kjeldahl dan N-NO_3^- diukur dengan menggunakan UV-spektrofotometer dengan panjang gelombang 210 nm dan dikoreksi oleh panjang gelombang 275 nm dengan faktor koreksi 2.5 (Widowati *et al.*, 2011) menggunakan tanah lembab dan pH H_2O (1:5) ditetapkan menggunakan pH meter. Data hasil analisis disajikan dalam bentuk deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Setelah Perlakuan Pupuk Pelet

pH Tanah

Perlakuan pupuk pelet meningkatkan pH tanah pada setiap masa inkubasi dibandingkan dengan kontrol (Gambar 2). Peningkatan pH tanah karena pemberian pupuk pelet tidak terlalu besar dibandingkan dengan pH tanah kontrol. Perubahan pH karena pemberian pupuk pelet diduga adanya pengikatan aluminium yang dapat dipertukarkan (Al-dd) oleh bahan organik membentuk senyawa *organometallic*. Hal ini mungkin terjadi karena Pupuk pelet mengandung C-organik 12.1% (Tabel 1).

Pada akhir inkubasi yaitu minggu 15 pH tanah berubah dari 4.05 menjadi 4.39. Perubahan pH tanah yang tidak terlalu besar karena tanah yang digunakan dalam penelitian ini Ultisol Darmaga yang mempunyai Al-dd sebesar 21.4 cmol_c kg⁻¹ (Santari *et al.*, 2019). Kandungan Al-dd yang besar tersebut mempunyai daya sangga tanah yang besar sehingga perubahan pH tanah karena perlakuan pupuk pelet tidak besar.

C-organik

Perubahan kadar C-organik tanah setelah pemberian pupuk pelet disajikan pada Gambar 3. C-organik tanah pada tanah yang diberi pupuk pelet di awal inkubasi sampai akhir inkubasi lebih tinggi dibandingkan dengan tanah kontrol. Hal ini karena pupuk pelet mengandung 12.1% C-organik (Tabel 1). Tanah yang diperlakukan pupuk pelet meningkat kandungan C-organiknya sampai 3.53% pada minggu 4, setelah itu menurun nilainya sampai minggu 15 sebagai akhir masa inkubasi. Pada minggu 15, kadar C-organiknya adalah 1.64%. Penurunan tersebut dapat terjadi karena adanya reaksi oksidasi C-organik menjadi CO₂ oleh mikroorganisme tanah sebagai akibat dari proses dekomposisi bahan organik (Escobar dan Hue, 2008). Menurut Roy dan Kashem (2014), penurunan kadar C-organik yang relatif cepat merupakan petunjuk dari tingginya kandungan fraksi organik labil (kurang resisten) yang dapat dirombak oleh mikroorganisme yang mengakibatkan kandungan C-organik pada akhir inkubasi menjadi lebih rendah. Fraksi yang termasuk ke dalam fraksi organik labil adalah fraksi larut air seperti gula sederhana, asam amino dan asam alifatik. Menurut (Follet *et al.*, 2007;

Gulser *et al.*, 2010; Roy dan Kashem, 2014) menyatakan bahwa pemberian bahan organik mampu meningkatkan kadar C-organik tanah pada masa awal-awal inkubasi dan menurun dengan bertambahnya waktu dan akhirnya menuju kesetimbangan.

Pola yang sama terjadi pada tanah kontrol dimana awal inkubasi terjadi peningkatan C-organik tanah pada awal inkubasi sampai minggu 4 dan menurun dimana pada akhir inkubasi nilainya mendekati nilai di awal inkubasi. Pada perlakuan kontrol mungkin kandungan fraksi organik labil hanya sedikit bahkan sudah didominasi oleh kandungan fraksi organik yang bersifat stabil sehingga tidak terjadi fluktuasi peningkatan dan penurunan kadar C-organik yang besar pada masa inkubasi (Gambar 3).

Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah

KTK tanah meningkat pada setiap masa inkubasi pada perlakuan pupuk pelet dibandingkan dengan tanah kontrol (Gambar 4). Peningkatan ini karena meningkatnya C-organik tanah pada perlakuan pupuk pelet (Gambar 3). Peningkatan C-organik tanah akan meningkatkan muatan negatif tanah yang bergantung pH (*pH dependent charge*) (Bohn *et al.*, 1979). Nilai KTK ini mulai menurun pada minggu 6 dan pada akhir masa inkubasi yaitu pada minggu 15 nilai KTK tanah adalah 35.1 cmol_c kg⁻¹ sejalan dengan menurunnya C-organik tanah.

Pada perlakuan kontrol nilai KTK mempunyai fluktuasi yang kecil dan cenderung tetap pada setiap masa inkubasi. Hal ini sesuai dengan perubahan C-organik yang juga mempunyai fluktuasi yang kecil (Gambar 3).

Kalsium, Magnesium dan Kalium yang dapat dipertukarkan (Ca-dd, Mg-dd dan K-dd)

Ca-dd, Mg-dd dan K-dd tanah yang diberi perlakuan pupuk pelet dan tanah tanpa pupuk pelet (kontrol) disajikan pada Gambar 5, 6 dan 7. Secara umum perlakuan pupuk pelet meningkatkan Ca-dd, Mg-dd dan K-dd dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Peningkatan Ca-dd, Mg-dd dan K-dd tanah diduga karena ada penambahan dari lumpur kolam ikan, pakan kambing dan air kolam ikan. Hartono *et al.* (2016) melaporkan bahwa lumpur kolam ikan yang diambil dari desa Petir mempunyai Ca-dd, Mg-dd dan K-dd yang sangat tinggi berdasarkan kriteria yang dipublikasi oleh Soepraptohardjo *et al.* (1983).



Gambar 1. Mesin pembuatan pupuk pelet (a) dan pupuk pelet yang diproduksi (b)

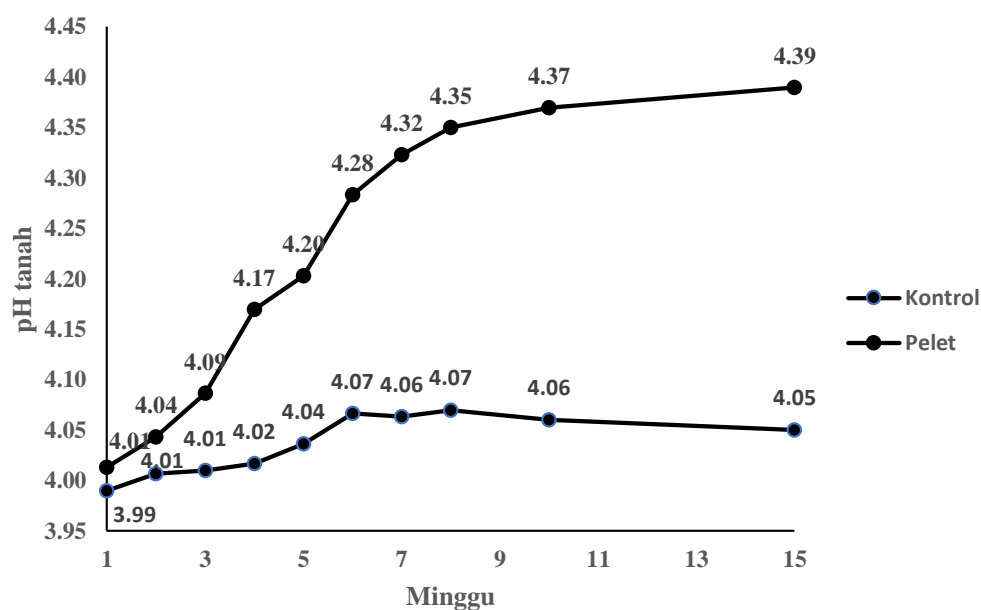
Pola Pelepasan Amonium (N-NH₄⁺) dan Nitrat

Pola pelepasan N-NH_4^+ dan N-NO_3^- disajikan berturut-turut pada Gambar 8 dan 9. Perlakuan pupuk pelet meningkatkan kadar N-NH_4^+ dibandingkan dengan perlakuan kontrol sampai pada minggu 10. Pada minggu 15 kadar N-NH_4^+ mendekati nilai N-NH_4^+ perlakuan kontrol. Nilai N-NH_4^+ terus menurun setelah minggu 3 menuju nilai N-NH_4^+ perlakuan kontrol (Gambar 8).

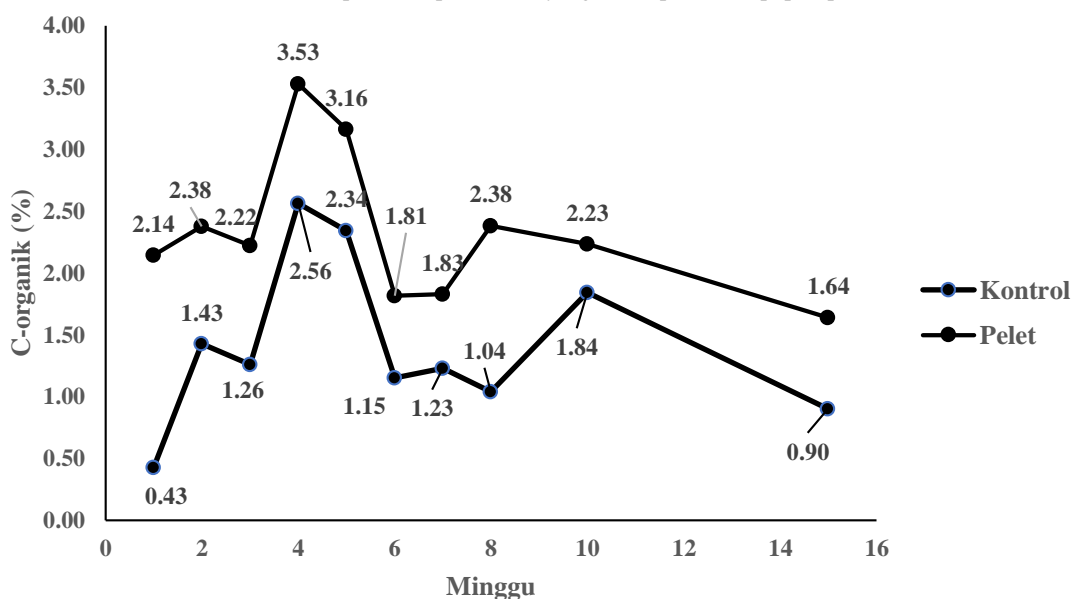
Penurunan nilai N-NH_4^+ diikuti dengan kenaikan nilai N-NO_3^- (Gambar 9). Proses nitrifikasi dari penelitian ini dimulai pada minggu 3, dimana proses nitrifikasi ini mengoksidasi N-NH_4^+ menjadi N-NO_3^- . Pada minggu 1 sampai 7 N-NH_4^+ adalah bentuk N tersedia yang dominan.

Pada minggu 8 sampai minggu 15, N tersedia tanah didominasi oleh N-NO_3^- .

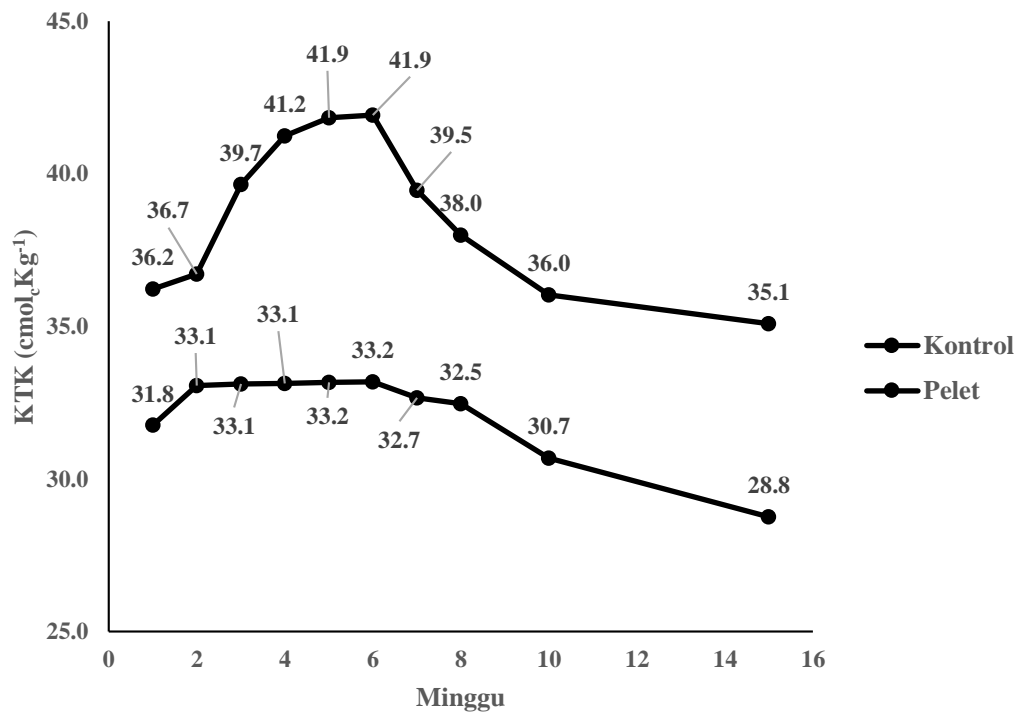
Nilai pH tanah yang optimum untuk terjadinya proses nitrifikasi adalah pada pH 5.50 (Tisdale *et al.*, 1985). Walaupun demikian Tisdale *et al.* (1985) juga melaporkan bahwa nitrifikasi juga terjadi pada tanah dengan pH 3.80. Pada percobaan ini pH tanah pada perlakuan pelet memiliki pH 4.09 pada minggu 3 dan naik sampai pH 4.39 pada minggu 15. Kenaikan pH tanah, Ca-dd dan P tersedia (Hartono *et al.*, 2016) meningkatkan proses nitrifikasi yang mentransformasikan N-NH_4^+ ke N-NO_3^- . Oleh karena itu pada akhir inkubasi bentuk N tersedia dalam bentuk N-NO_3^- .



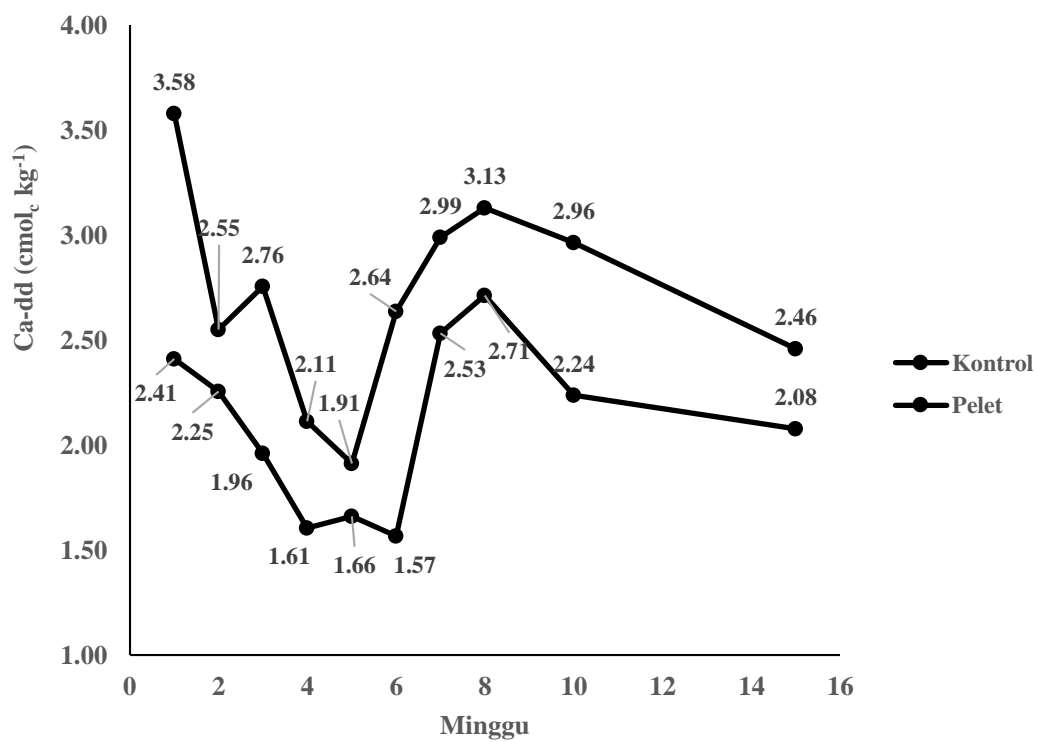
Gambar 2. Perubahan pH tanah pada tanah yang diberi perlakuan pupuk pelet



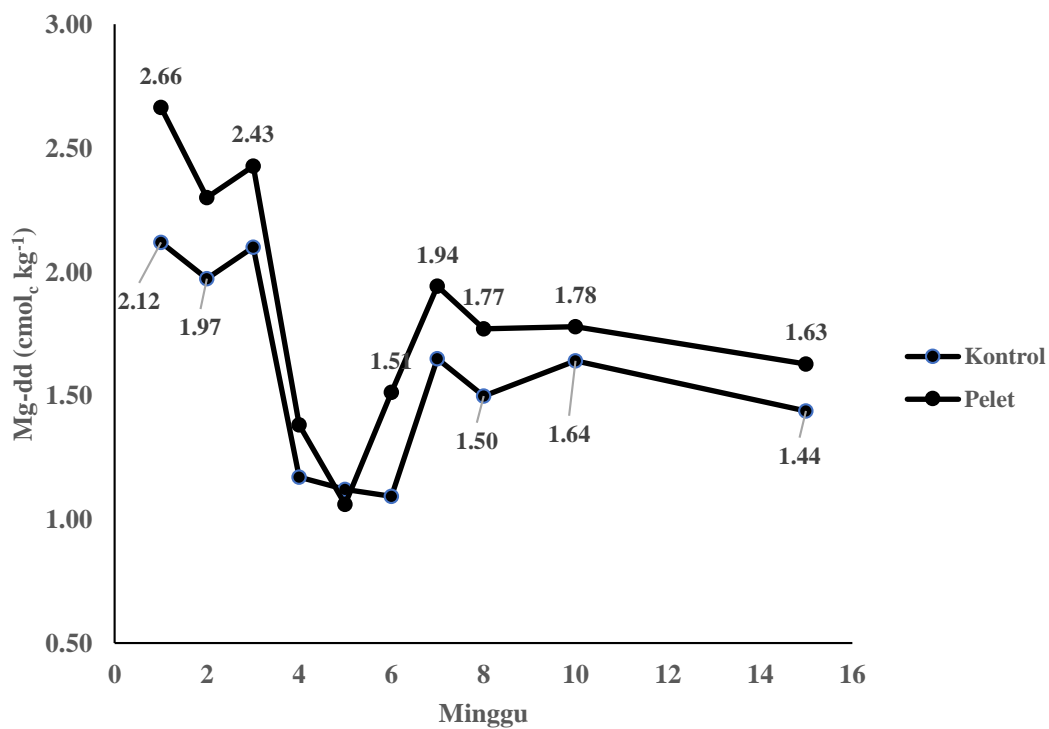
Gambar 3. Perubahan C-organik tanah pada tanah yang diberi perlakuan pupuk pelet



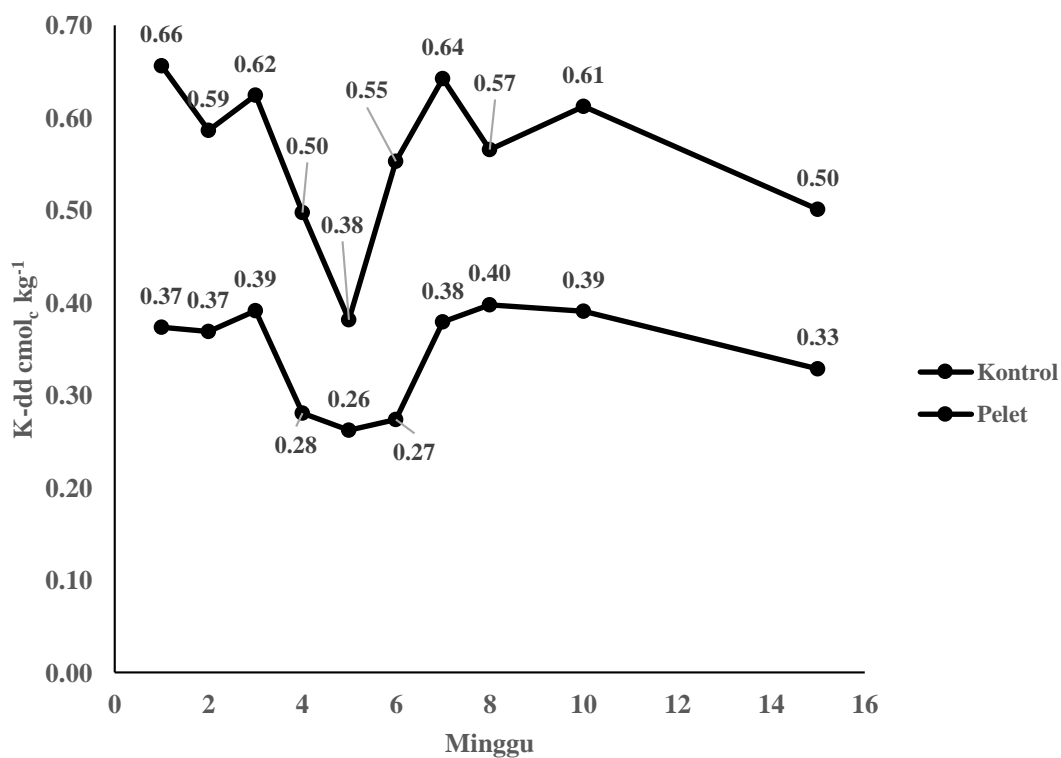
Gambar 4. Perubahan nilai KTK tanah setelah pemberian pupuk pelet



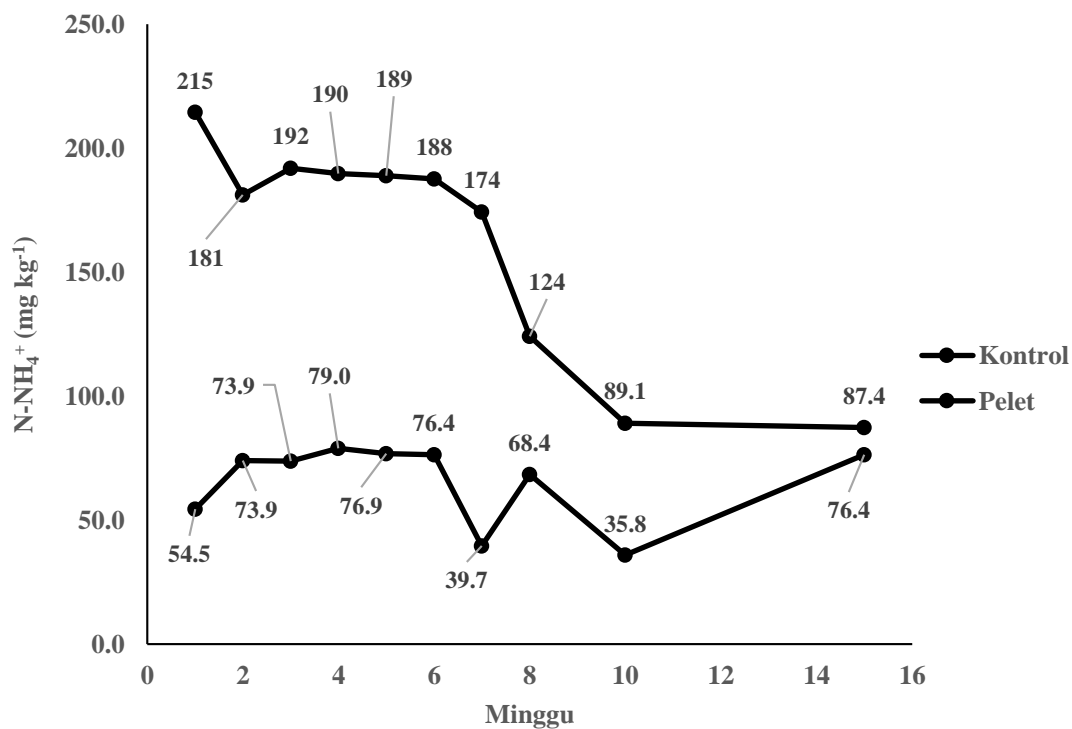
Gambar 5. Perubahan nilai Ca-dd tanah setelah pemberian pupuk pelet



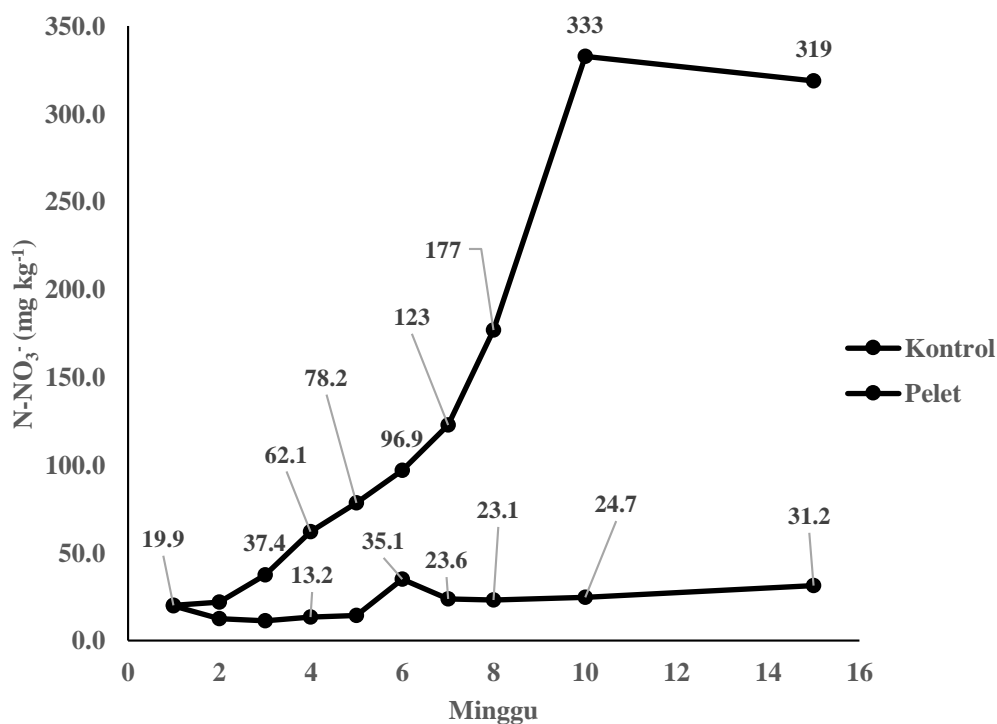
Gambar 6. Perubahan nilai Mg-dd tanah setelah pemberian pupuk pelet



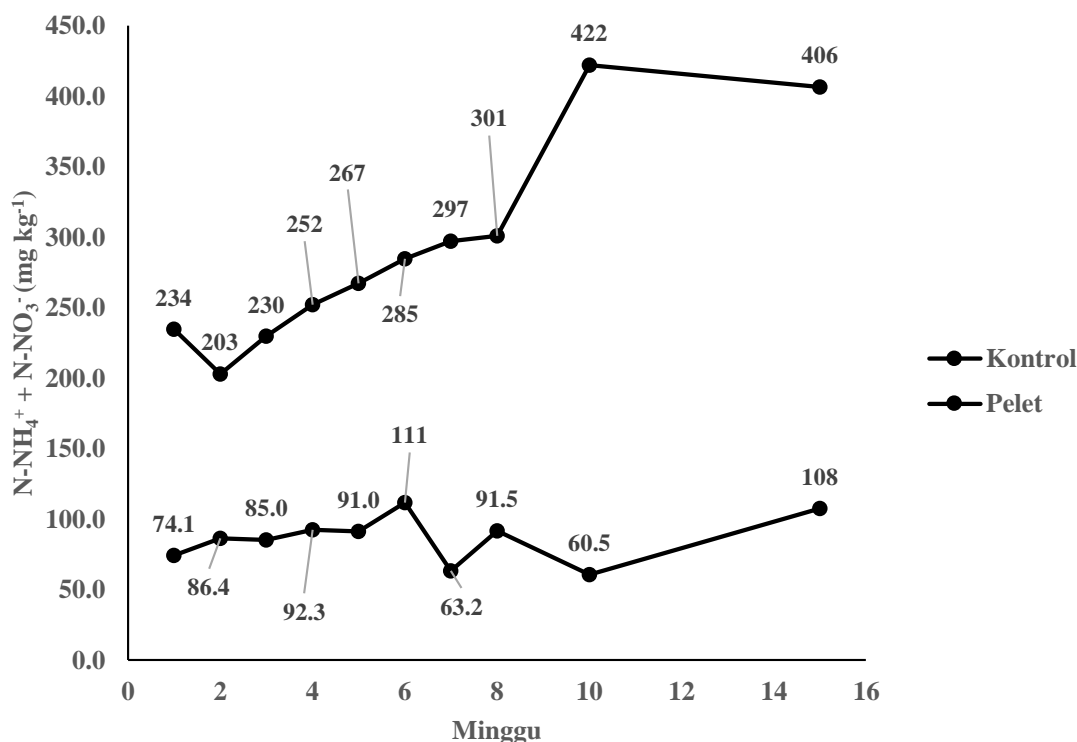
Gambar 7. Perubahan nilai K-dd tanah setelah pemberian pupuk pelet



Gambar 8. Perubahan nilai $N-NH_4^+$ tanah setelah pemberian pupuk pelet



Gambar 9. Perubahan nilai $N-NO_3^-$ tanah setelah pemberian pupuk pelet



Gambar 10. Perubahan $\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$ (N-tersedia) setelah pemberian pupuk pelet

Evaluasi penyediaan N-tersedia disajikan pada Gambar 10. N-tersedia adalah penjumlahan $\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$ karena kedua bentuk N ini adalah bentuk-bentuk N yang diperlukan oleh tanaman.

Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa pada perlakuan pelet, N-tersedia meningkat sampai pada minggu 10. Setelah minggu 10, N-tersedia mulai menurun. Pada perlakuan kontrol N-tersedia pada tiap masa inkubasi cenderung tetap.

Perubahan kadar N-tersedia pada perlakuan pelet menunjukkan bahwa pupuk pelet dapat menyediakan N-tersedia pada masa-masa pertumbuhan tanaman. Masa pertumbuhan tanaman pangan umumnya sekitar 3 bulan. Sampai pada masa inkubasi 15 minggu (sekitar 4 bulan) kadar N-tersedia tanah yang diberi perlakuan pupuk pelet sekitar 4 kali kadar N-tersedia tanah perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk pelet dapat meningkatkan N-tersedia.

SIMPULAN

Pupuk pelet dengan bahan dasar lumpur kolam ikan yang diperkaya dengan pukan kambing dan air kolam ikan meningkatkan pH tanah, C-organik, KTK tanah, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, N-NH_4^+ dan N-NO_3^- .

Pola pelepasan N tersedia menunjukkan bahwa pupuk pelet bisa menyediakan N-NH_4^+ dan N-NO_3^- . Walaupun demikian terjadi proses nitrifikasi yang mengubah N-NH_4^+ menjadi N-NO_3^- . Oleh karena itu N-NO_3^- adalah bentuk yang dominan pada tanah yang diberi pupuk pelet.

Pupuk pelet dapat menyediakan sekitar 4 kali N-tersedia yaitu penjumlahan N-NH_4^+ dan N-NO_3^-

dibandingkan dengan tanah kontrol pada masa akhir inkubasi.

Pupuk pelet berbahan dasar lumpur kolam ikan mempunyai potensi untuk dikembangkan di desa-desa yang melakukan pertanian terpadu dengan perikanan dan peternakan. Pupuk pelet dapat mengurangi dosis pupuk urea konvensional, oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut berapa persen pupuk urea konvensional yang dapat digantikan oleh penggunaan pupuk pelet ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohn, H.L., B. L. Mc Neal, and G.A.O. Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley & Sons. 155-171pp. New York
- Escobar, M.E.O. dan N.V. Hue. 2008. Temporal changes of selected chemical properties in three manure amended soils of hawaii. *Bioresource Technology*, 99:8649-8654.
- Follet, R.F., E.A. Paul, and E.G. Pruessner. 2017. Soil carbon dynamics during a long-term incubation study involving ^{13}C and ^{14}C measurements. *Soil Sci.*, 172:189-208.
- Gulser, C., Z. Demir Z and I.C. Serkan. 2010. Changes in some soil properties at different incubation periods after tobacco waste application. *J. of Environ. Biology*, 31(5):671-674.
- Hartono, A., K. Yokota, and T. Baba. 2012. Survey of water quality and soil fertility of fresh water fish cultivation ponds in Bogor, Indonesia. *Regional*

- Workshop Water, Land and Southeast Asia Food Sovereignty. 41 p. Bogor
- Hartono A, K. Yokota, T. Baba and B. Subroto. 2016. Changes in some soil chemical properties and production of sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) lam, treated with fishpond sediment and water in Petir Village, Dramaga, Bogor, Indonesia. *J. ISSAAS*, 22(2):1-9.
- Roy, S. and Md.A. Kashem. 2014. Effects of organic manures in changes of some soil properties at different incubation periods. *Open Journal of Soil Science*, 4(1):81-86. <http://dx.doi.org/10.4236/ojss.2014.43011>
- Santari P.T., A. Hartono dan Suwarno. 2018. Pengaruh pemberian pelet dari lumpur kolam ikan dan kotoran kambing pada pertumbuhan dan produksi jagung manis. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 24(1):41-47.
- Soepratohardjo, M., H. Subagjo, Suhardjo, Ismangun, D.S. Marsoedi, A. Hidayat, Y. Dai, A. Adi, M. Supartini, Mursidi and J.S. Adiningsih. 1983. Terms of reference survey of soil capability. Center for Soil Research, (In Indonesian). 52 p. Bogor
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*, 4th ed. Macmillan Publishing, New York. Pp189-569.
- Tungka, W.A., H. Haeruddin dan C. Ain 2016. Konsentrasi nitrat dan ortofosfat di muara sungai banjir kanal barat dan kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton *Harmful Alga Blooms* (HABs). *Saintek Perikanan*, 12(1):40-46.
- Widowati, R.L., D.S. Neve, Sukristiyonubowo, D. Setyorini, A. Kasno, I.A. Sipahutar and Sukritiyohastomo. 2011. Nitrogen balances and nitrogen use efficiency of intensive vegetable rotations in south east asian tropical andisols. *Nutr Cycl Agroecosyst.*, 91:131-143.
-